



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 497 317 A1**

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

Anmeldenummer: **92101477.5**

Int. Cl.<sup>5</sup>: **H02K 29/00, H02K 16/04**

Anmeldetag: **29.01.92**

Priorität: **30.01.91 YU 159/91**

Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**05.08.92 Patentblatt 92/32**

Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH DE ES FR GB IT LI NL SE**

Anmelder: **FINEA, d.o.o.**  
**Vita Kraigherja 10**  
**Y-62000 Maribor Slowenien(YU)**

Erfinder: **Gaser, Mirko, Dipl.-Ing.**  
**Trnje 24**  
**YU-64228 Zeleznik, Slovenija(YU)**

Vertreter: **Hanke, Hilmar et al**  
**Patentanwälte, Dipl.-Ing. Hans Köster**  
**Dipl.-Ing., Dipl. Wirtsch, Hilmar Hanke**  
**Leopoldstrasse 77**  
**W-8000 München 40(DE)**

### Elektronisch kommutierter Zweiphasen-Elektromotor mit Aussenläufer.

Erfindungsgegenstand ist ein elektronisch kommutierter Zweiphasen - Elektromotor mit Aussenläufer, dessen Konstruktion eine hohe spezifische Motorleistung und einen guten Wirkungsgrad des Motors bei der Drehung in beiden Richtungen und das sowohl bei niedrigen als auch bei sehr hohen Drehzahlen ermöglicht. Der erfindungsmässige elektronisch kommutierte Zweiphasen - Elektromotor mit Aussenläufer besitzt einen an der Läuferachse unbewegbar angeordneten Ring, an den unbewegbar ein Rohr befestigt ist. Auf der linken und der rechten Seite des Ringes sind an der inneren Seite des Rohres Magnetringe oder aus Magnetsegmenten zusammengesetzte Ringe angeordnet. Innerhalb der Magnetringe sind Ständerpakete angeordnet, die an je einen Lagerschild befestigt sind und nach einer Ausführungsvariante untereinander für die Hälfte der Breite des Ständerpoles versetzt sind. Nach zweiter Ausführungsvariante sind entsprechend die Magnetringe untereinander versetzt. In jedem Ständerpaket befindet sich eine Einphasenwicklung. Die Zahl der Ständer- und der Läuferpole ist gleich, wobei ein jeder Pol entgegengesetzt polarisiert und eine jede Ständerwicklung an ihre separate H - Brücke angeschlossen ist.

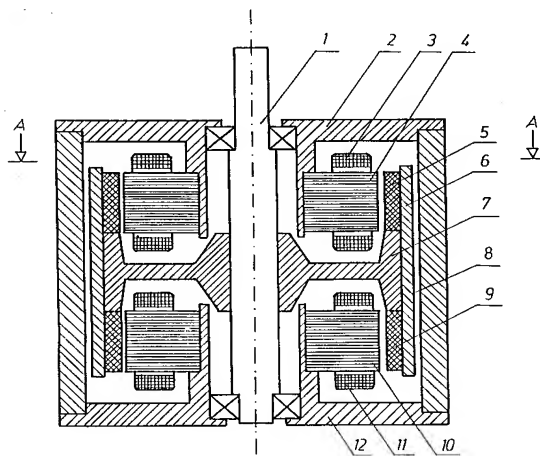


FIG.1

EP 0 497 317 A1

## Bereich der Technik, in den die Erfindung gehört

Gegenstand der Erfindung ist ein elektronisch kommutierter Zweiphasen - Elektromotor mit Aussenläufer, dessen Konstruktion eine hohe spezifische Motorleistung, einen guten Wirkungsgrad sowohl bei niedrigen als auch sehr hohen Drehzahlen ermöglicht. Die Erfindung kann in die Klasse H 02 K 29/00 der internationalen Patentklassifikation eingereiht werden.

## Technisches Problem

Das durch die vorliegende Erfindung erfolgreich gelöstes technische Problem ist eine solche Konstruktion und Ausführung eines elektronisch kommutierten Elektromotors, die wesentlich kostengünstiger als die bekannten Ausführungen der elektronisch kommutierter Elektromotoren sein soll und die überall dort verwendet werden kann, wo bisher reihenschlusserregte Kollektormotoren, Gleichstrom - Kollektormotoren mit Dauermagneten bzw. elektronisch kommutierte Dreiphasen - Elektromotoren und asynchrone Motoren mit Frequenzregelung verwendet wurden.

## Stand der Technik

Für Verwendungszwecke, wo eine Drehgeschwindigkeitsregelung bei einer Drehmöglichkeit links - rechts verlangt wird, können folgende bekannte Arten von Elektromotoren, wie reihenschlusserregte Kollektormotoren, Gleichstrom - Kollektormotoren mit Dauermagneten, Asynchronmotoren mit Frequenzregelung sowie elektronisch kommutierte Dreiphasen - Elektromotoren verwendet werden. Ein reihenschlusserregter Kollektormotor kann recht preiswert hergestellt werden. Es ist ebenfalls möglich, kostengünstige Elektronik für die Drehzahlregelung auf der Basis von preiswerten, besonders zu diesen Zweck entwickelten integrierten Schaltungen herzustellen. Diese Elektromotorentype wird massenweise für den Antrieb von Waschmaschinen verwendet. Die Nachteile derartiger Ausführungen bestehen vor allem in kürzerer Lebensdauer, die die Folge von Bürsten- und Lamellenverschleiss ist. Für den Drehrichtungswechsel ist es ausserdem notwendig, dass die Stromrichtung in der Läuferwicklung mechanisch gewechselt wird. Der Hauptnachteil der Gleichstrom - Kollektormotoren mit Dauermagneten ist eine begrenzte Lebensdauer wegen Bürsten- und Lamellenverschleiss, was besonders bei hohen Motordrehzahlen auftritt.

Ein Asynchronmotor mit Frequenzregelung ist an sich robust und hat eine lange Lebensdauer, doch ist sein grösster Nachteil der relativ hohe

Preis des Frequenzreglers. Die bekannten Ausführungen der elektronisch kommutierten Dreiphasen - Elektromotoren besitzen ausgezeichnete Kennwerte, auch eine lange Lebensdauer, sind jedoch relativ kostengünstig, sowohl der Motor, als auch die Kommutationselektronik.

Typisch ist eine Ausführungsvariante, bei der auf der Motorachse ein Ring aus lamelliertem Eisen angeordnet ist, auf dem die Magnetsegmente befestigt sind. Die sind auf den Ring angeklebt und meist noch bandagiert. Eine solche Befestigungsart wird problematisch vor allem bei höheren Drehzahlen. Meist besitzt der Rotor zwei, vier oder acht Pole, wobei für kleinere Motoren und höhere Drehzahlen zwei- oder vierpolige Läufer verwendet werden. Der Läufer umgibt den Ständerkern aus lamellierten Eisen mit Nuten. In diesen Nuten, deren Zahl gleich der Zahl der Läuferpole ist, befindet sich die Dreiphasenwicklung.

Das Wickeln der Wicklungen, deren Einsetzen in den Ständerkern, die Zwischenphasenisolierung, die Bandagierung und Formung ist recht zeitraubend. Das Wickeln kann auch maschinell ausgeführt werden, doch ist eine solche Wickelmaschine teuer und besitzt eine begrenzte Kapazität.

Hinsichtlich der Form der Magnetsegmente und der Wicklungen können diese Motoren eine sinus- oder trapez förmige Form der induzierten Spannung besitzen. Die einfachere Ausführung ist ein Motor mit trapezförmiger Form der induzierten Spannung.

Der Leistungsteil der Kommutationselektronik besteht aus sechs Transistoren (aus drei Halbbrücken). Über Fühler bekommt die elektronische Schaltung Information über die Lage des Läufers und schaltet ein auf Grund dieser die entsprechenden Transistoren (gleichzeitig je zwei), so dass der Strom durch entsprechende Wicklungen fliessen kann, was eine Drehung des Motors zur Folge hat.

## Beschreibung der Lösung

Der erfindungsmässige elektronisch kommutierte Zweiphasen - Elektromotor mit Aussenläufer besitzt einen auf der Läuferachse unbewegbar angeordneten Ring (aus Aluminium, Kunststoff, Eisen), an den unbewegbar ein Eisenrohr befestigt ist. Auf der linken und der rechten Seite des Ringes sind auf der Innenseite des Rohres Magnetringe oder aus Magnetsegmenten zusammengesetzte Ringe angeordnet. Innerhalb der Magnetringe sind die Ständerpakete angeordnet, von denen ein jeder an einen Lagerschild befestigt ist. In jedem Ständerpaket befindet sich eine Einphasenwicklung. Die Zahl der Ständer- und der Läuferpole ist gleich. Ein jeder Pol ist entgegengesetzt polarisiert, wogegen eine jede Ständerwicklung an ihre H - Brücke angeschlossen ist.

Die Erfindung wird genauer erläutert auf Grund der Beschreibung eines Ausführungsbeispiels und der Zeichnungen, von denen zeigen:

- Fig. 1** den erfindungsmässigen elektronisch kommutierten Zweiphasen - Elektromotor in Längsschnitt
- Fig. 2** den erfindungsmässigen elektronisch kommutierten Zweiphasen - Elektromotor im Querschnitt nach der Linie A-A
- Fig. 3** die teilweise Blockschaltung der Kommutierungselektronik des erfindungsmässigen Elektromotors und
- Fig. 4** den Diagramm der induzierten Spannung des erfindungsmässigen Elektromotors und die Spannungsverläufe an den Ausgängen der Hall-Sonden in Hinsicht an die induzierte Spannung bei verschiedenen Aufstellungsorten dieser Sonden

Die Fig. 1 stellt den erfindungsmässigen elektronisch kommutierten Zweiphasen - Elektromotor mit Aussenläufer im Längsschnitt dar.

Auf der Läuferachse 1 ist unbewegbar ein Ring 7 angeordnet, an den unbewegbar ein aus magnetisch leitendem Eisen bestehendes Rohr 6 befestigt ist. Innerhalb des Rohres 6 sind auf dessen beiden Seiten je ein Magnetring 5,9 angeordnet. Diese Ringe 5,9 können entweder als achtpolige Magnetringe oder aber aus acht Magnetsegmenten bestehende Ringe ausgeführt sein. Jedes benachbarte Segment besitzt eine entgegengesetzte Polarität. Die Magnetsegmente der Ringe 5,9 können aus Ferritmagneten oder Magneten aus seltenen Erden bestehen. Das Magnetfeld des Läufers besitzt eine trapezoide Verteilung. Ein jeder Magnetring 5,9 umgibt je einen Ständerpaket 4,10, die aus lamellierten Eisen aufgebaut sind. Die Form des Ständerpakets 4, ist auf Fig. 2 dargestellt. Das Ständerpaket 4 besitzt acht Pole 13. Diese Ständerpole 13 sind derart geformt, dass am Umfang der Ständerpole 13 der Spalt zwischen den zwei Ständerpolen 13 klein ist, wonach er sich in Richtung zum Inneren steil derart vergrössert, dass die Breite des Poles 13 und die Breite der Öffnung für die Ständerwicklung 3 ungefähr gleich sind, wogegen der Spalt 8 zwischen den Magnetringen 5,9 und den Ständerpaketen 4,10 konstant ist. In den Ausnehmungen 16 ist die Ständerwicklung 3 angeordnet, deren Wicklungsrichtungen an den einzelnen Feldpolen derart ausgeführt sind, dass bei dem Anschluss an eine Gleichspannungsquelle jeder benachbarte Pol 13 entgegengesetzt polarisiert ist. Die Anzahl der Ständer- und der Läuferpole ist gleich. Im Ausführungsbeispiel handelt es sich um einen Achtpolmotor, die Anzahl der Pole kann jedoch vier, sechs, zehn, zwölf, vierzehn, sechzehn bis hinauf zu sechzig und mehr betragen. Die opti-

male Polzahl hängt von der Grösse des Motors und der maximalen Drehzahl ab.

Das Ständerpaket 10 ist gleich dem Ständerpaket 4. Das Ständerpaket 4 ist unbewegbar am Lagerschild 2 befestigt, wogegen das Ständerpaket 10 unbewegbar am Lagerschild 12 befestigt ist. Das Ständerpaket 10 ist gegenüber dem Ständerpaket 4 um den Winkel  $\alpha/2$ , d.h. um die halbe Breite des Poles 13 versetzt.

In diesem Fall sind die Magnetringe 5 und 9 fluchtend. Fluchtend können jedoch auch die Ständerpakete 4 und 10 sein und dann ist der Magnetring 5 gegenüber dem Magnetring 9 um den Winkel  $\alpha/2$  versetzt. Die Ständerwicklung 3 ist an die H-Brücke angeschlossen, die die Transistoren T1,T2,T3 und T4 bilden, wogegen die Ständerwicklung 11 an die H-Brücke angeschlossen ist, die die Transistoren T5,T6,T7 und T8 bilden.

Auf Fig. 2 ist die mögliche Positionierung der Hall-Sonden 14a,14b und 14c dargestellt.

Fig. 4 stellt die Form und den zeitlichen Verlauf der induzierten (Generator) Spannung für eine Drehung des erfindungsgemässen Motors dar, die auf dem Schirm eines Oszilloskops zu sehen ist, wenn der Motor mit einer konstanten Geschwindigkeit gedreht wird. Ausserdem ist auch der zeitliche Verlauf der Ausgangsspannungen der Hall-Sonden 14a,14b,14c und 15a,15b,15c sichtbar, die sich auf dem Ständer 10 und Ständer 4 befinden.

Die Hall-Sonden 14a,14b und 14c als auch 15a,15b und 15c vermitteln die Lage des Magnetringes 5 des Läufers gegenüber dem Ständerpaket 4 bzw. des Magnetringes 9 des Läufers gegenüber dem Ständerpaket 10. Die Hall-Sonden 14a, 15a vermitteln die Information über die Polarität der induzierten Spannung, die Sonden 14b,15b bestimmen die Punkte der Stromabschaltung bei der Drehung in einer Richtung bei hohen Drehzahlen, die Sonden 14c, 15c die Punkte der Stromabschaltung bei der Drehung in anderer Richtung.

Bei der Berücksichtigung der Signale aller Sonden kann sich der Motor mit konstanten Drehmoment bei niedrigen Drehgeschwindigkeiten sowohl in eine als auch in die andere Richtung drehen.

Fig. 3 zeigt die Blockschaltung der Kommutierungselektronik. Die Kommutierungslogik 18 erhält über die Hall-Sonden 14a,14b und 14c sowie 15a,15b und 15c die Information über die Lage des Läufers gegenüber dem Ständer und bestimmt nach dieser die Stromrichtung in der Ständerwicklung 3 und 11 und zwar über IC1,IC2,IC3 in IC4, die die entsprechenden Transistoren T1 und T4 oder T2 und T3 sowie T5 und T8 oder T6 und T7 öffnen. Der Stromregler 17 misst die Stromstärke an R1 und R2 und als der Strom den eingestellten Wert erreicht, sperrt er über die Kommutierungslogik 18 und IC1 bis IC4 die Transistoren T1,T2 und T5,T6 und begrenzt auf diese Weise den Strom auf

den eingestellten Wert.

Der Motor kann auch nur mit den Sonden 14a und 14b arbeiten. Das sichert den vollen Wirkungsgrad des Motors bei niedrigen Drehzahlen und ungefähr den halben Wirkungsgrad des Motors bei hohen (maximalen) Drehzahlen in beiden Richtungen.

5

Mit der Verwendung von vier Sonden 14a, 14b und 15a und 15b wird ein guter Wirkungsgrad des Motors bei niedrigen Drehzahlen in beiden Richtungen und ein maximaler Wirkungsgrad des Motors in einer Drehrichtung bei hohen Drehzahlen und ungefähr ein halber Wirkungsgrad des Motors in der anderen Drehrichtung bei hohen Drehzahlen erreicht.

10

15

Bei der Verwendung aller Sonden kann ein guter Wirkungsgrad des Motors bei niedrigen und hohen Drehzahlen in beiden Richtungen erreicht werden.

Der erfindungsmässige elektronisch kommutierte Zweiphasen - Elektromotor löst das gestellte technische Problem zufriedenstellend auf und besitzt vor bekannten derartigen Elektromotoren folgende Vorteile:

20

- eine höhere spezifische Leistung
- eine einfache Magnetbefestigung
- eine einfache Herstellung bzw. Wicklungsweise des Ständers
- eine einfache Kommutierungselektronik mit besser ausgenutzten Leistungsstufen

25

30

## Patentansprüche

1. Elektronisch kommutierter Zweiphasen - Elektromotor mit Aussenläufer,

35

### **dadurch gekennzeichnet,**

dass an der Läuferachse (1) unbewegbar ein Ring (7) angeordnet ist, an den ebenfalls unbewegbar ein Rohr (6) aus magnetisch leitenden Material angeordnet ist, dass innerhalb des Rohres (6) auf seiner jeder Seite unbeweglich parallele mehrpolige Magnetringe (5,9) angeordnet sind, die mehrpolige Ständerpakete (4,10) aus magnetisch leitendem Material mit in Ausnehmungen (16) angeordneten Einphasen - Ständerwicklungen (3,11) umgeben, wobei die Ständerpakete (4,10) gegeneinander um die Hälfte der Breite des Poles (13) des Ständerpaketes (4,10) versetzt und unbewegbar an die Lagerschilde (2,12) befestigt sind und dass der Spalt (8) zwischen den Magnetringen (5,9) und den Ständerpaketen (4,10) konstant ist.

40

45

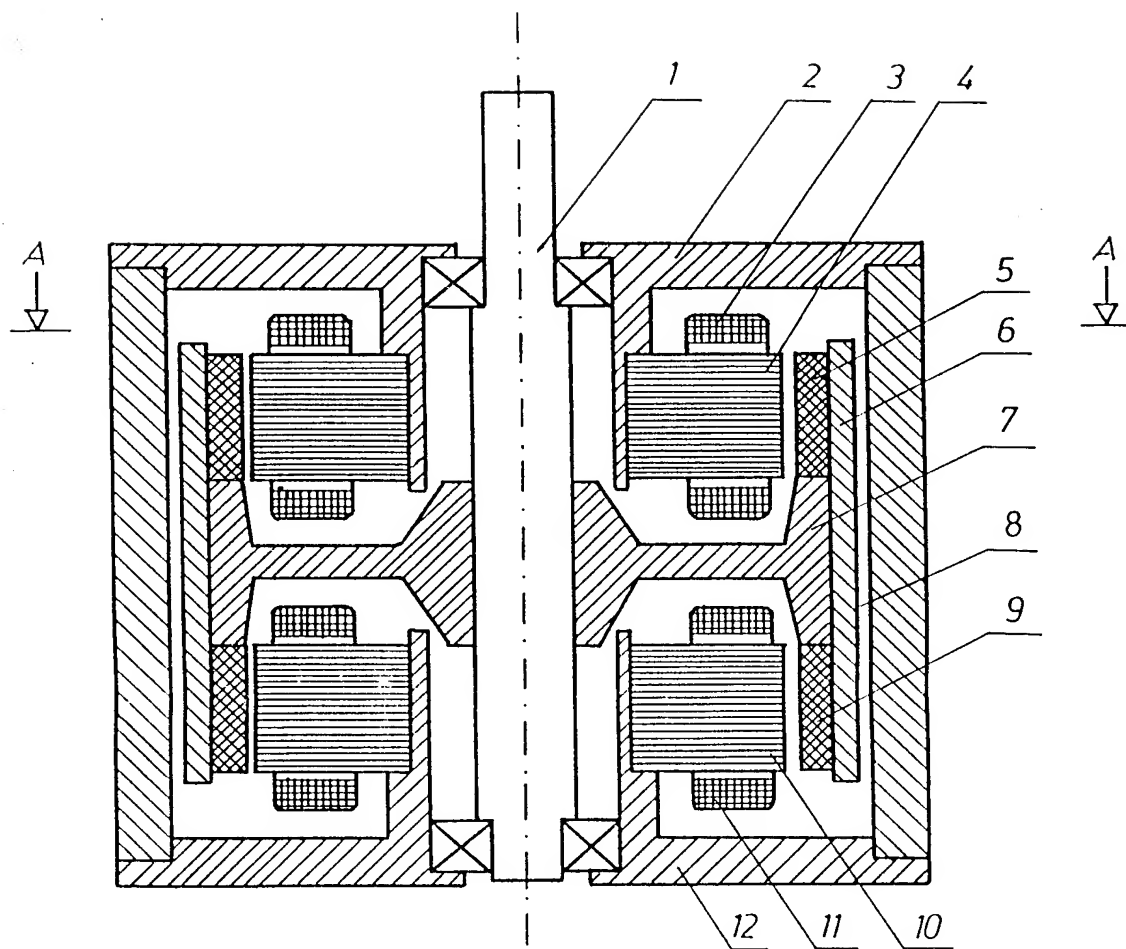
50

2. Elektronisch kommutierter Zweiphasen - Elektromotor mit Aussenläufer nach Anspruch 1 und nach der Variante 1,

55

### **dadurch gekennzeichnet,**

das die Ständerpakete (4,10) parallel und dass die Magnetringe (5,9) untereinander für die Hälfte der Breite des Poles (13) versetzt sind.



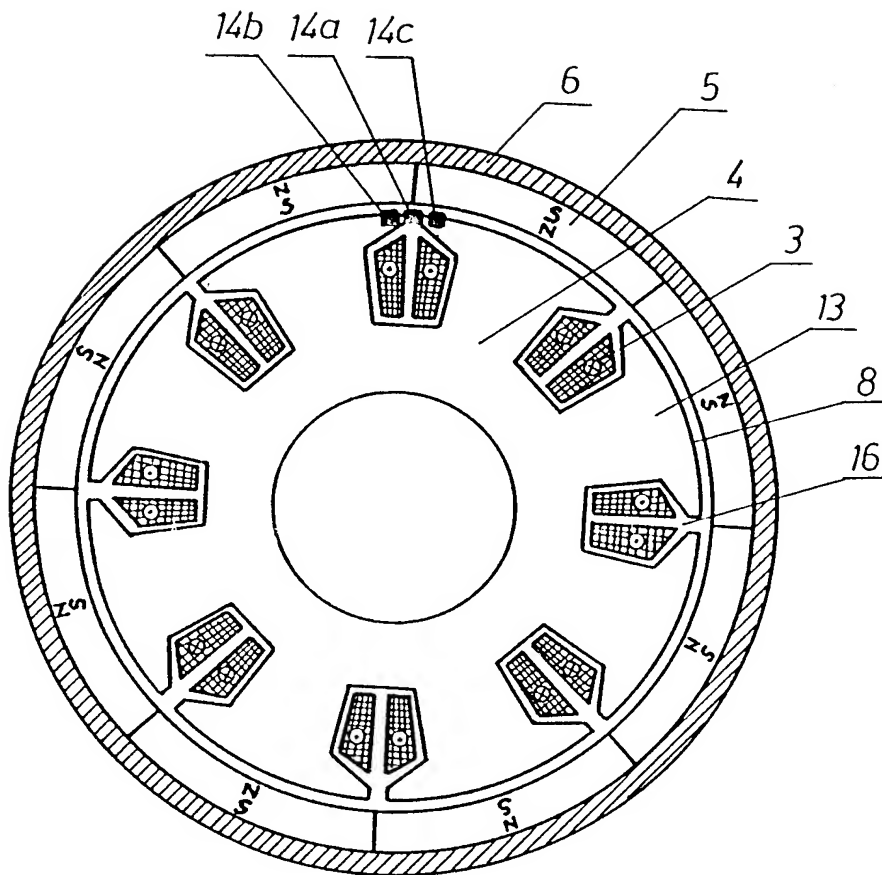


FIG. 2

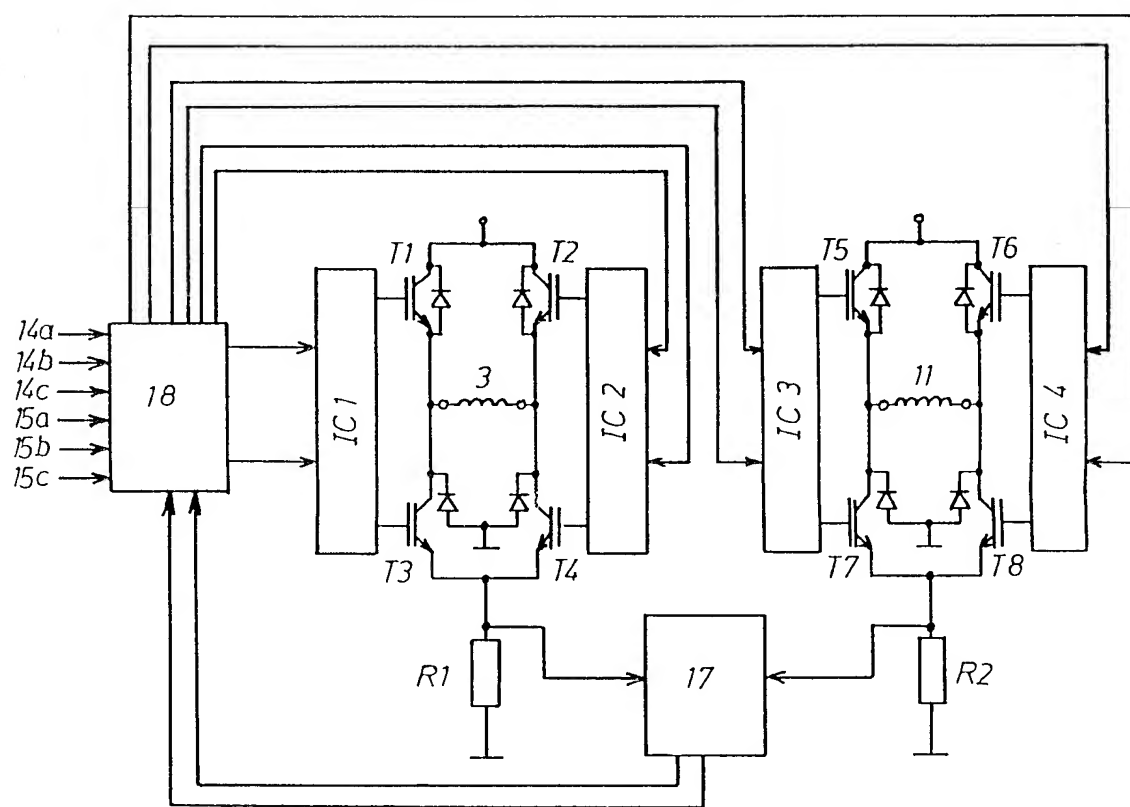


FIG.3

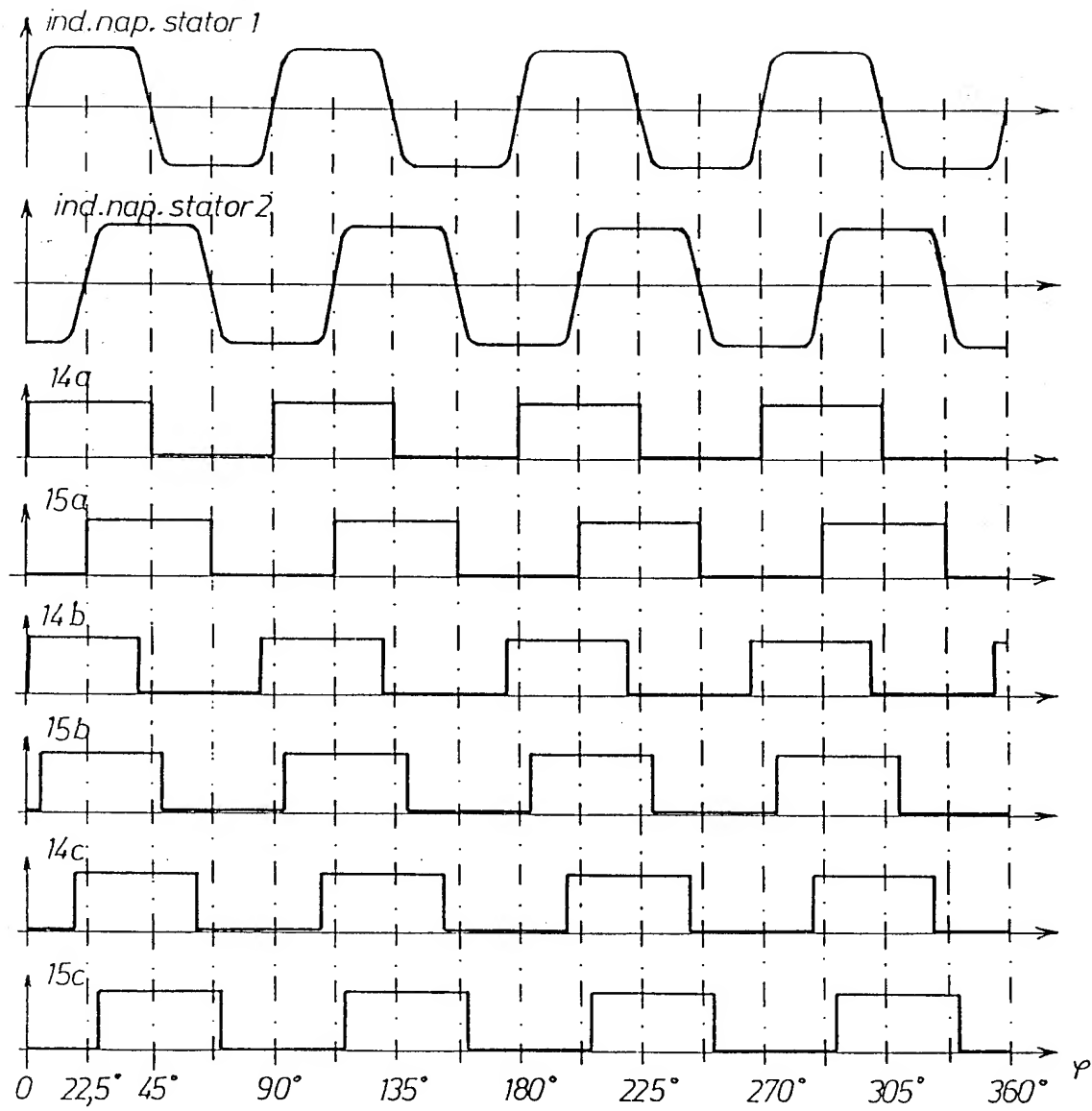


FIG. 4





Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 92 10 1477

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
Y	US-A-4 754 183 (H.GERBER) * Spalte 3, Zeile 46 - Zeile 56; Abbildung 1 * ---	1,2	H02K29/00 H02K16/04
Y	DE-B-1 233 480 (LICENTIA PATENT-VERWALTUNGS-G.M.B.H.) * Spalte 3, Zeile 20 - Zeile 25; Abbildungen 1,2 *	1,2	
A	US-A-3 783 313 (R.M.MATHUR) * Spalte 4, Zeile 60 - Spalte 5, Zeile 4 * * Spalte 6, Zeile 18 - Zeile 25; Abbildungen 1-2C * -----	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			H02K
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort BERLIN		Abschlußdatum der Recherche 07 MAI 1992	Prüfer LEOUFFRE M.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	